

(11) Unexamined Patent Publication No. 58-2821
(54) Title of the Invention: LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE
(21) Application No. 56-101776
(22) Filing Date: June 29, 1981
(72) Inventor: Kaiwa Hazama
(72) Inventor: Kouichi Oguchi
(71) Applicant: SUWA SEIKOSHA Co., Ltd.

Description

Title of the Invention
LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

[Claims]

[Claim 1] A liquid crystal display device in which a substrate including a liquid crystal display cell, for one of substrates constitute the liquid crystal display cell, a substrate on which a pixel circuit comprising a switching element and a liquid crystal driving electrode is arranged in matrix is used;

wherein on a surface of said liquid crystal driving electrode, multiplicity of holes or projections exist.

[Claim 2] A liquid crystal display device according to Claim 1;
shape of each of said holes or projections seen from the panel mounting direction is circle, oval, square, oblong, triangle or hexagon or one of a shape formed by combination of them or a shape of combination of them.

[Claim 3] A liquid crystal display device according to Claim 1;
dimensions of shapes of holes or projections on said liquid crystal driving electrode are different among adjacent holes or adjacent projections.

[Claim 4] A liquid crystal display device according to Claim 1;
dimensions and shapes of holes or projections on one liquid crystal driving electrode are the same but the distance between one hole or projection and another hole or projection is different among adjacent holes or adjacent projections.

[Claim 5] A liquid crystal display device according to Claim 1;
dimensions, shapes and distance on one liquid crystal driving electrode are all the same, but they are different on adjacent liquid crystal driving electrodes.

[Claim 6] A liquid crystal display device according to Claim 1;

itches between the holes or projections on the liquid crystal driving electrode are within the range of $1\sim 50\mu\text{m}$.

[Claim 7] A liquid crystal display device according to Claim 1;
the liquid crystal is guest-host liquid crystal.

[Claim 8] A liquid crystal display device according to Claim 1;
the liquid crystal electrode comprises Al, Al alloy, Ag or Ag alloy.

[Claim 9] A liquid crystal display device according to Claim 1;
the maximum angle of inclined plane of a hole or a projection on the liquid crystal driving electrode is 30° .

Detailed Description of the Invention

The present invention is related to a liquid crystal display device. Furthermore, the present invention relates to shape, dimensions and arrangement of concavity and convexity pattern of a liquid crystal display device in which a substrate including a liquid crystal display cell, for one of substrates constitute the liquid crystal display cell, a substrate on which a pixel circuit comprising a switching element and a liquid crystal driving electrode is arranged in matrix is used, and the surface has concavities and convexities to be a scattering reflective surface so that the surface of said liquid crystal driving electrode shows a white color.

As generally known, as liquid crystal display devices have characteristics of low power consumption and light weight, they have been put into practical uses as information display devices of many appliances widely. In the future, in order to cope with wider needs, realization of a liquid crystal display device allows a larger capacity and higher density display is required.

One of a liquid crystal display which allows larger capacity and high-density display is a liquid crystal display device having a structure that a liquid crystal layer is placed between a semiconductor substrate comprising a silicon substrate on which a pixel circuit comprising MOS transistors, capacitors and liquid crystal driving electrodes is arranged in matrix and a glass substrate. Characteristics of this system are as the lower substrate is a semiconductor substrate, the size of one pixel can be made smaller, $0.05\sim 0.1\text{m}$, then higher density display can be obtained, and as capacitors are connected to each pixel circuits, voltage can be applied at 100% duty, then there is no limitation of the number of driving lines.

However, an opaque silicon substrate is used for the lower substrate, TM (twisted nematic) liquid crystal, using 2 polarizing plates, can not be used. Therefore guest-host type liquid crystal is used as a liquid crystal. When the guest-host type liquid crystal is

used, surface of the liquid crystal driving electrode has to be processed to have concavities and convexities in order to show white color. There are many methods to form concavities and convexities on the surface. The method to obtain the brightest white color is to make many arbitrary concavities and convexities pattern with the photolithography during a step of forming switching elements etc. on a silicon substrate. A concavities and convexities pattern on a liquid crystal driving electrode formed with this method is shown in Fig.1. Fig.1 is a drawing of pattern on one liquid crystal driving electrode. A large oblong part indicated by 1 is a liquid crystal driving electrode. In this embodiment, 2 square holes are formed digestedly with the photolithography on the surface of a liquid crystal driving electrode. A cross section of this square hole has a shape similar to a gentle sine wave as shown in Fig.2. When parallel single color lights 3 come into the surface of liquid crystal driving electrode 5, a reflected lights 4 strengthen or weaken each other. That is, when the optical path difference Δl is odd number times of a half-wave length, the light becomes strong, and when Δl is even number times of a half-wave length, the light becomes weak. When an incident light is white light, interference colors of a rainbow are seen. δ in Fig.2 indicates a pitch of iteration pattern.

Fig.3 is a drawing for the calculation of an optical path difference between incident light I L-1 and incident light I L-2 where incident angle $\delta 1$, reflection angle $\delta 2$, and taper angle θ . In this case the optical path difference Δl is expressed by the following equation:

$$\begin{aligned}\Delta l &= d(\sin \delta 1 - \sin \delta 2) \\ &= d(\sin \delta 1 - \sin(\psi 1 + 2\theta))\end{aligned}$$

When this Δl is odd number times of a half-wave length, the light becomes strong. Then as mentioned above, an interference band is shown.

As shown in Fig.1 and Fig.2, the concavity and convexity pattern is formed on a liquid crystal driving electrode to make it bright white, however if the interference band is shown, liquid crystal display characteristics are degraded. Therefore it is favorable to form the concavity and convexity pattern on the liquid crystal driving electrode so that the interference band would not be appeared.

The present invention is made to eliminate this defect and provides a liquid crystal driving electrode which can show bright white color without showing the interference color and the interference band by devising shape, dimensions and arrangement of a concavity and convexity pattern formed on a liquid crystal driving electrode.

Considering Fig.5, in order to avoid appearance of showing the interference color and the interference band the followings are presumed;

- (1) Make a pitch of the concavity and convexity pattern at random.
 - (2) Use a liquid crystal display device under light sources more than 2.
 - (3) Use liquid crystal display device under the light passed through a diffusion board.
- As (2) and (3) are restriction on using, realization of (1) is required.

Fig.4 shows one example of embodiments of a pattern on the surface of a liquid crystal driving electrode according to the present invention. In the example of Fig.4, the shape of a hole is square and pitches are the same but dimensions are different. In this structure, appearance of the interference colors and the interference band is substantially decreased.

Fig.5 shows another example of embodiments. In this embodiment, shapes of holes are the same, and dimensions are also same, but the distances between holes are different. In this case appearance of the interference colors and the interference band is also decreased.

Fig.6 shows 5th embodiment. Shape of holes, dimensions and arrangement on one liquid crystal driving electrode are the same, but they are different on adjacent liquid crystal driving electrodes. In this case appearance of the interference colors and the interference band is scarcity.

Fig.7 shows a case where shape of a hole is circle, size of circles and distances are changed at random. Fig.8 shows a case where shapes of hole are square or oblong. And sizes are also varied.

As mentioned above, the present invention is related to shape, dimensions and arrangement of the concavity and convexity pattern that provides brighter white color on a liquid crystal driving electrode and eliminates appearance of the interference color and the interference band caused by traditional orderly arrangement, and in a liquid crystal display device using the guest-host type liquid crystal as a liquid crystal material, the color of guest can be displayed on white clearly under any light sources, then the display characteristics are largely improved.

Pitch of a hole or a projection pattern on the liquid crystal driving electrode is preferably $1\sim 50\mu\text{m}$ when a pixel size is $0.1\sim 1.0\text{mm}$. A material of a liquid crystal driving electrode is preferably Al, Ag or alloys of them. And taper angle of a hole or a projection requires $10\sim 20^\circ$, at most 30° .

Brief Explanation of Drawings

Fig.1 is an explanatory drawing to show a traditional orderly pattern on a liquid crystal electrode.

Fig.2 and Fig.3 are explanatory drawings to show appearance of bar or colors of rainbow

in the orderly pattern.

Fig.4 to Fig.8 show examples of an irregular pattern according to the present invention.

- 1... liquid crystal driving electrode
- 2... hole or projection pattern
- 3... incident light
- 4... reflected light
- 5... concavity and convexity pattern having regularity

⑨ 日本国特許庁 (JP)
⑩ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開
昭58—2821

⑫ Int. Cl.³
G 02 F 1/133
G 09 F 9/00

識別記号
1 0 2
1 1 0

庁内整理番号
7348—2H
7348—2H
6865—5C

⑬ 公開 昭和58年(1983)1月8日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 液晶表示体装置

⑯ 特 願 昭56—101776
⑰ 出 願 昭56(1981)6月29日
⑱ 発 明 者 小口幸一
諏訪市大和3丁目3番5号株式

会社諏訪精工舎内
⑲ 出 願 人 株式会社諏訪精工舎
東京都中央区銀座4丁目3番4号
⑳ 代 理 人 弁理士 最上務

明 細 書

発明の名称

液晶表示体装置

特許請求の範囲

- (1) 液晶表示セルを構成する一方の基板に、スイッチング素子及び液晶駆動電極から成る回路回路がマトリックス状に配置された基板を用いた液晶表示体装置において、該液晶駆動電極表面には、穴あるいは突起が多数存在することを特徴とする液晶表示体装置。
- (2) ペネル法製法方向から見た、該穴あるいは突起の形状は、円形、楕円形、正方形、長方形、三角形、六角形あるいは、これらの組み合わせによって出来る形状のいずれか一つあるいはそれらの組み合わせによって出来る形状であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶表示体装置。
- (3) 一つの液晶駆動電極上の穴あるいは突起の形状の寸法は、隣り合う穴同士あるいは隣り合う突

(1)

起同士で異なることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶表示体装置。

- (4) 一つの液晶駆動電極上の穴あるいは突起の形状及び寸法はすべて同じであり、穴と穴の間隔、あるいは突起と突起の間隔が、隣り合う穴同士あるいは隣り合う突起同士で異なることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶表示体装置。
- (5) 一つの液晶駆動電極上の穴あるいは突起の形状、寸法及び間隔はすべて同じであるが、隣り合う液晶駆動電極同士では異なることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶表示体装置。
- (6) 液晶駆動電極上の穴あるいは突起のピッチは1～50μmの範囲に入ることとする特許請求の範囲第1項記載の液晶表示体装置。
- (7) 液晶はゲストホスト液晶であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶表示体装置。
- (8) 液晶駆動電極は、Al、Al合金、AgあるいはAg合金であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶表示体装置。
- (9) 液晶駆動電極上の穴あるいは突起部の斜面積

(2)

斜角は最大30°であることを 徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶表示体装置。

発明の詳細な説明

本発明は、液晶表示体装置に関するものである。さらに本発明は、液晶表示セルを構成する一方の基板に、スイッチング素子と液晶駆動電極から成る回路回路がマトリックス状に配置された基板を用い、該液晶駆動電極表面が明るい白色を呈する様に、その表面を凸凹として拡散反射面とした液晶表示体装置において、該凸凹パターンの形状及び寸法及び配置に関するものである。

液晶表示装置は、低電力、薄型という特徴をもち、時計や電卓はもとより、多くの電気製品の情報表示装置として広く実用化されているのは周知の通りである。今後は、より幅広いニーズに答えるために、大容量、高密度表示が可能な液晶表示装置の実現が望まれている。

大容量、高密度表示が可能な液晶表示装置の一つに、シリコン基板上に、MOSトランジスタ、

(3)

凹凸パターンを多数作り込む方法である。この方法にて作った液晶駆動電極上の凹凸パターンを第1図に示す。第1図は、一液晶駆動電極上のパターン図である。図中の1で示した大きな長方形の部分が液晶駆動電極である。液晶駆動電極表面には、ホトリソグラフィ技術により本実施例の場合は正方形の穴2が規則的に形成されている。この正方形の穴の断面は、第2図に示す様にだんだん正弦波に近い形状をしている。今、第2図にて示す如く単色光の平行光線3が液晶表示電極表面5に入射すると、その反射光4は、お互いに強め合ったり弱め合ったりする。すなわち光路差 ΔL が半波長の偶数倍の時、強い光となり、奇数倍の時、弱い光となる。入射光が白色光の場合には、紅色の干渉色が眼に見える。第2図中の4は、繰り返しパターンのピッチである。

第3図は、入射角 θ_1 、反射角 θ_2 、またアベール角度を θ とした時の入射光IL-1及び入射光IL-2の光路差 ΔL を算出するための図である。この場合、光路差 ΔL は、

(5)

キャパシタ及び液晶駆動電極から成る回路回路をマトリックス状に配置した半導体基板とガラス基板の間に液晶層をはさんだ 造をもつ液晶表示体装置がある。この方式の特徴は、下側基板が半導体基板であるために一回路のサイズを0.05～0.1mmと非常に小さく作り込むことが出来るため高密度表示が可能であること。及び、各回路回路毎にキャパシタが接続されているので、液晶には100%のプーティーで電圧が加わるため駆動ライン数に制限がないことである。

しかし、下側基板に不透明なシリコン基板を用いるため、偏光板を2枚用いるT-N(ツイストネマチック)液晶は用いることは出来ない。したがって液晶としては、ゲストホスト液晶が用いられている。ゲストホスト液晶を用いる場合には、液晶駆動電極が白色を呈するように表面を凹凸に加工しなければならない。表面を凹凸に加工する方法は種々ある。最も明るい白色を得る方法は、シリコン基板上にスイッチング素子等を作り込む工程において、ホトリソグラフィ技術にて任意の

(4)

$$\Delta L = d (\sin \theta_1 - \sin \theta_2) \\ = d [\sin \theta_1 - \sin (\theta_1 + 2\theta)]$$

にて表わされる。

この ΔL が半波長の偶数倍の時に強い光となる。したがって前述した如く眼には干渉縞として映る。

第1図及び第2図で示したような液晶駆動電極上の凹凸パターンは、液晶駆動電極を明るい白色にするために形成したのであるが、上記したように干渉縞が見えたのでは液晶表示特性が低下してしまう。したがって干渉縞が出ない様に液晶駆動電極表面に凹凸パターンを形成することが望ましい。

本発明は、かかる従来の欠点を除去するために発明されたものであり、液晶駆動電極表面に形成する凹凸パターンの形状、寸法及び配置等を工夫し、干渉縞及び干渉色が表われないで、しかも明るい白色を呈する液晶駆動電極を提供するものである。

第3図の考察から、干渉縞及び干渉色が表われない様にするには、

(6)

- (1)、凹凸パターンをピッチをランダムにする。
- (2)、2つ以上の光源の下にて液晶表示体装置を使用する。
- (3)、拡散板を透過した光の下にて液晶表示体装置を使用する。

等が考えられる。(2)と(3)は、使用上の制約であるので(1)を實現することが要求される。

第4図には、本発明による液晶駆動電極表面上のパターンの一実施例を示す。第4図の実施例においては、穴の形状は正方形であり、ピッチは等しいが寸法が異なっている。このようなパターンの場合には、干渉縞あるいは干渉色は非常に少なくなる。

第5図は、他の実施例である。本実施例においては、穴の形状及び寸法はすべて同じであるが、穴と穴の間隔がランダムになっている。このようなパターンの場合にも干渉縞及び干渉色は少ない。

第6図は、第5図の実施例である。一つの液晶駆動電極上においては、穴の形状、寸法及び配置はすべて同じであるが、隣り合う液晶駆動電極同士

(7)

では異なる場合である。このような場合においても干渉縞及び干渉色はほとんど表われない。

第7図は、円形の穴の場合であり、円の大きさ及び間隔ランダムに変えている。又、第8図は穴の形状も正方形と長方形の2種類を用いており大きさも変えている。

このように本発明は、液晶駆動電極表面が明るい白色を呈するような凹凸パターンの形状、寸法及び配置に関するものであり、従来の規則的なパターン配置において生じた干渉縞あるいは干渉色が見えなくなり、液晶材料としてゲスト・ホストを用いた液晶表示体装置においては、どのような光源の下においても白地にゲストのあざやかな色表示が出来る様になり、表示特性の大幅な向上が計れた。

液晶駆動電極上の穴あるいは突起パターンのピッチは要素サイズが $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度の場合には $1 \sim 50 \mu\text{m}$ 程度が適当である。また液晶駆動電極材料は、可視光領域において反射率の高い Al 、 Ag あるいはそれらの合金が適当である。また

(8)

穴あるいは突起部のテーパ角度は、明るい拡散反射光を得るためには、 $10 \sim 20^\circ$ 程度、最大でも 30° のゆるやかさが必要である。

図面の簡単な説明

第1図は従来の液晶駆動電極上の規則的なパターンを説明する図。

第2図及び第3図は、規則的なパターンにおいて干渉による縞あるいは虹が表われる事を説明する図。

第4図～第8図は、本発明による液晶駆動電極上の不規則パターンの例。

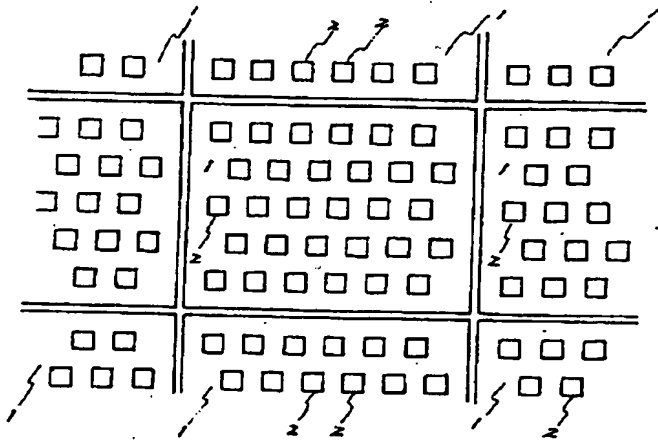
- 1 ……液晶駆動電極
- 2 ……穴あるいは突起状パターン
- 3 ……入射光
- 4 ……反射光
- 5 ……規則性のある凹凸パターン

以 上

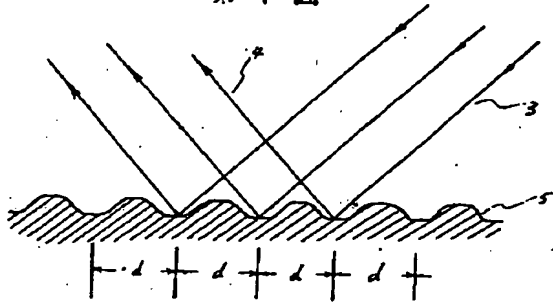
出願人 株式会社露防精工舎

代理人 弁護士 最 上 務

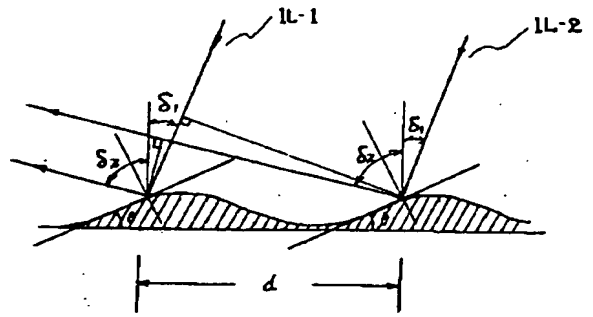
(9)



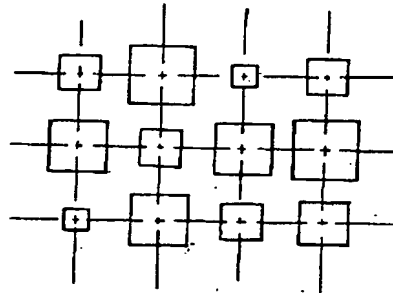
第 1 図



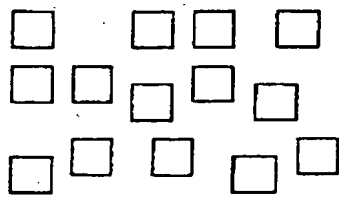
第 2 図



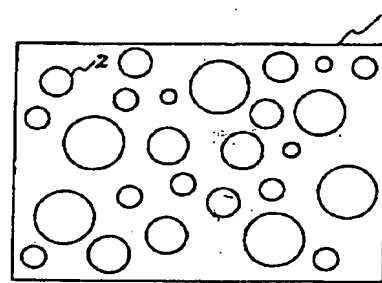
第 3 図



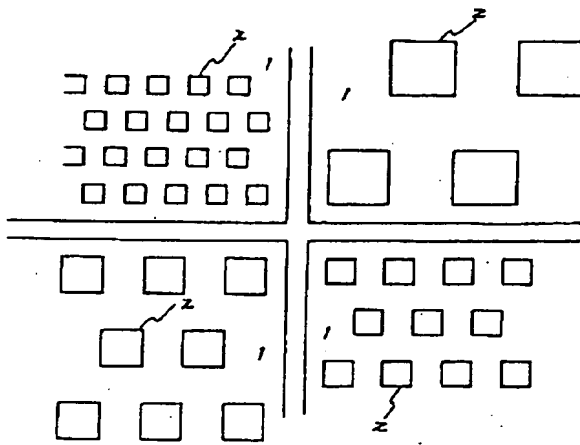
第 4 図



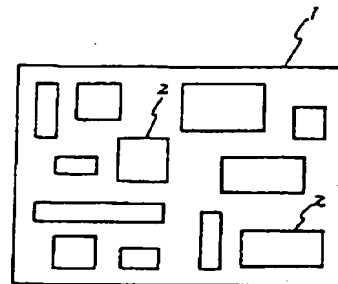
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図